

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-084497

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

G08G 1/16

G06T 1/00

(21)Application number : 2000-204696

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 06.07.2000

(72)Inventor : NAGAOKA SHINJI
TSUJI TAKAYUKI
WATANABE MASATO
HATTORI HIROSHI

(30)Priority

Priority number : 11199589

Priority date : 13.07.1999

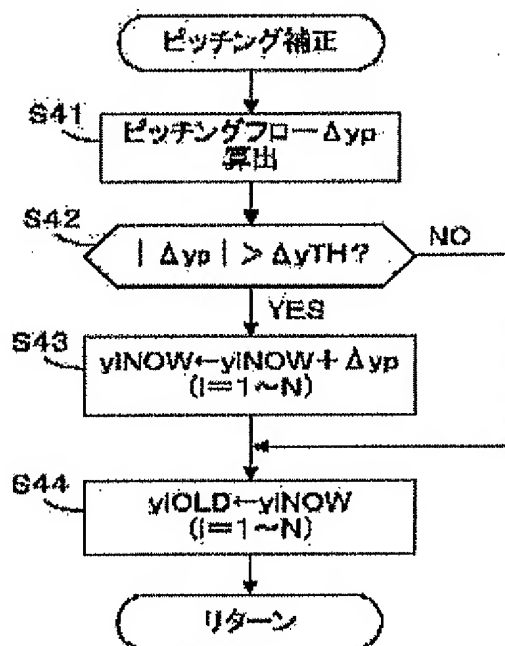
Priority country : JP

(54) POSITION DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a position detector for a vehicle which implements correction of excluding an influence of pitching of the vehicle with a simple constitution to accurately detect a position.

SOLUTION: Plural objects are extracted from a picture obtained by a camera, and an average value of extents of displacement of the positions in a (y) direction (perpendicular direction) of the plural objects is calculated as a pitching flow Δy_p (S41). When the pitching flow Δy_p is larger than a prescribed threshold Δy_{TH} , (y) coordinates of individual objects are corrected by the pitching flow Δy_p (S42 and S43).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3910345

[Date of registration]

02.02.2007

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the location detection equipment which detects the location of an object based on the image obtained by the image pick-up equipment carried in the car.

[0002]

[Description of the Prior Art] Image pick-up equipment is carried in a car, the location of an object is detected from the image obtained by the image pick-up equipment, and the circumference supervisory equipment which judges the possibility of the collision with the object and car concerned is proposed conventionally. With such equipment, since it carries in the car which moves image pick-up equipment, an optical flow (henceforth a "pitching flow") occurs in the image obtained by the image pick-up equipment fixed to the car by pitching of a car. If it does not perform processing except the effect of a pitching flow in performing location detection of an object from the image obtained by image pick-up equipment, since this pitching flow is not what is generated by migration (or transit of the car concerned) of an object, it has the problem that a gap of a detection location becomes large.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, although it is possible to amend a detection location based on the car height which forms the car height sensor which detects the height (car height) from the road surface of a car, and is detected by this sensor, a car height sensor is needed in that case, and the structure of equipment is complicated.

[0004] This invention is made paying attention to this point, amendment except the effect of pitching of a car is realized with an easy configuration, and it aims at offering the location detection equipment for cars which can perform exact location detection.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose invention according to claim 1 in the location detection equipment which detects the location in the real space system of coordinates of an object based on the image obtained by the image pick-up means carried in the car the image obtained by said image pick-up means to two or more objects — extracting — the location of the height direction of two or more of these objects — a variation rate — with an amount calculation means of amendments to compute the amount of pitching amendments according to an amount it considers as the having-amendment means to amend location on image of two or more of said objects according to said amount of pitching amendments description.

[0006] According to this configuration, two or more objects are extracted from the image obtained by the image pick-up means. the location of the height direction of two or more of these objects — a variation rate, since the amount of pitching amendments is computed according to an amount and the location on the image of two or more of said objects is amended according to said amount of pitching amendments pitching of the car concerned — the location of the height direction in an image — even when a variation rate occurs, except for the effect, exact location detection can be performed with an easy configuration, without using a car height

sensor etc.

[0007] When it is desirable to compute the average value of said amount of location displacement about said two or more objects, and to make this average value into said amount of pitching amendments as for said amount calculation means of amendments and said average value of said amendment means is larger than a predetermined threshold, it is desirable to perform amendment by said amount of pitching amendments. said location about two or more objects — a variation rate — the location on the image according to factors other than pitching (transit of the car concerned, or migration on the real space of an object) when the average value of an amount is large — a variation rate — the location on the image according [an amount] to pitching — a variation rate — since it is thought compared with an amount that it is very small, the effective amount of pitching amendments can be obtained with an easy configuration by this configuration.

[0008]

[Embodiment of the Invention] With, the gestalt of operation of the Shimomoto ** is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is drawing containing the location detection equipment concerning 1 operation gestalt of this invention showing the configuration of the circumference supervisory equipment of a car. This equipment Two infrared cameras 1R and 1L which can detect far infrared rays, and the yaw rate sensor 5 which detects the yaw rate of the car concerned, The speed sensor 6 which detects the travel speed (vehicle speed) VCAR of the car concerned, and the brake sensor 7 for detecting the control input of a brake, The image-processing unit 2 which detects the object of the animal ahead of a car etc. based on the image data obtained with these cameras 1R and 1L, and emits an alarm when the possibility of a collision is high, It has the loudspeaker 3 for emitting an alarm with voice, and HUD (henceforth "HUD") 4 for making an operator recognize an object with the high possibility of a collision, while displaying the image obtained with Cameras 1R or 1L.

[0009] Cameras 1R and 1L are being fixed so that it may be arranged to the medial axis of the longitudinal direction of a car 10 in the almost object location at the anterior part of a car 10 as shown in drawing 2, and the optical axis of two cameras 1R and 1L may become parallel mutually and the height from both road surface may become equal. Infrared cameras 1R and 1L have the property that the output-signal level becomes high (brightness increases), so that the temperature of an object is high.

[0010] The A/D-conversion circuit where the image-processing unit 2 changes an input analog signal into a digital signal, The image memory which memorizes the digitized picture signal, CPU which performs various data processing (Central Processing Unit), RAM used in order that CPU may memorize the data in the middle of an operation (Random Access Memory), ROM which memorizes the program which CPU performs, a table, a map, etc. (Read Only Memory), It has the output circuit which outputs the driving signal of a loudspeaker 3, the status signal of HUD4, etc., and the output signal of Cameras 1R and 1L and sensors 5-7 is changed into a digital signal, and it is constituted so that it may be inputted into CPU. As shown in drawing 2, HUD4 is formed so that screen 4a may be displayed on the front window's of a car's 10 front location of an operator.

[0011] Drawing 3 is a flow chart which shows the procedure of location detection processing of the object in the image-processing unit 2, carries out A/D conversion of the output signal of Cameras 1R and 1L first, and stores it in an image memory (steps S11, S12, and S13). The image data stored in an image memory is data of a gray-scale image including brightness information. For each, drawing 5 (a) and (b) are a gray-scale image (a right image is obtained by camera 1R) obtained with Cameras 1R and 1L. a left image obtains by camera 1L — having — the field which is drawing for explaining and attached hatching It is the field of middle gradation (gray) and the field enclosed with a thick continuous line is a field (henceforth a "high brightness field") of the object with which an intensity level is highly displayed as white on a screen (at elevated temperature). By the right image and the left image, since the horizontal position on the screen of the same object shifts and is displayed, the distance to that object is computable with this gap (parallax).

[0012] At step S14 of drawing 3, processing which uses a right image as a criteria image, sets to

"1" (white) binary-ization of the picture signal, i.e., a field brighter than the brightness threshold ITH determined experimentally, and sets a dark field to "0" (black) is performed. The image which made the image of drawing 5 (a) binary to drawing 6 is shown. The field which attached hatching is black and this drawing shows that the high brightness field surrounded as the thick continuous line is white.

[0013] At continuing step S15, processing which changes into run length data the image data made binary is performed. Drawing 7 (a) is drawing for explaining this, and shows the field which became white by binary-ization as Rhine L1-L8 on pixel level in this drawing. For explanation, it estranges and Rhine L1-L8 is shown, although each has width of face of 1 pixel in the direction of y and it has stood in a line in the direction of y without the clearance in fact. Moreover, Rhine L1-L8 has die length of 2 pixels, 2 pixels, 3 pixels, 8 pixels, 7 pixels, 8 pixels, 8 pixels, and 8 pixels in the x directions, respectively. Run length data show Rhine L1-L8 by the coordinate of the start point (point at the left end of each Rhine) of each Rhine, and the die length (pixel number) from a start point to an ending point (point at the right end of each Rhine). for example, Rhine L3 — (x3, y5) — and (x4, y5) (x5, y5) — since it consists of 3 pixels — as run length data — (— it becomes x3, y5, and 3).

[0014] At steps S16 and S17, processing which extracts an object is performed by carrying out labeling of an object, as shown in drawing 7 (b). That is, it considers that Rhine L1-L3 with the part which laps in the direction of y among Rhine L1-L8 formed into run length data is one object 1, and considers that Rhine L4-L8 is one object 2, and the object labels 1 and 2 are added to run length data. By this processing, the high brightness field shown in drawing 6 will be grasped as objects 1-4, respectively.

[0015] At step S18, as shown in drawing 7 (c), the aspect ratio ASPECT of the circumscribed quadrangle shown with the area center of gravity G, the area S, and the broken line of the extracted object image is computed. the ratio of Dy and Dx which compute area S by integrating the die length of run length data about the same object, compute the coordinate of the area center of gravity G as a y-coordinate of the line equally divided into two along the x-coordinate of a line which divides area S into two equally along the direction of y, and x directions, and show an aspect ratio APECT to drawing 7 (c) — it computes as Dy/Dx . In addition, the center-of-gravity location of a circumscribed quadrangle may be substituted for the location of a center of gravity G.

[0016] At step S19, the same object is recognized for every trace during time of day of an object, i.e., a sampling period. Time of day discretized with the sampling period in the time of day t as an analog quantity is set to k, and the identity judging with the objects 3 and 4 extracted at time of day (k+1) when objects 1 and 2 were extracted at time of day k, as shown in drawing 8 (a), and objects 1 and 2 is performed. When fulfilling the following identity criteria 1-3, specifically, the trace during time of day is performed by judging with objects 1 and 2 and objects 3 and 4 being the same, and changing objects 3 and 4 into a label called 1 and 2, respectively.

[0017] 1) The center-of-gravity position coordinate on the image of the object i in time of day k (=1 2) When it considers as each $(x_i(k), y_i(k))$ and the center-of-gravity position coordinate on the image of the object j (=3 4) in time of day (k+1) is set to $(x_j(k+1), y_j(k+1))$, $|x_j(k+1)-x_i(k)| < \Delta x_M$ and $|y_j(k+1)-y_i(k)| < \Delta y_M$. However, Δx_M and Δy_M are the allowed values of the amount of displacement on the image of x directions and the direction of y, respectively. In addition, allowed value Δy_M of the direction of y also takes into consideration the amount of displacement on the image by pitching of a car 10, and is set up.

[0018] 2) When you set area on the image of the object i in time of day k (=1 2) to $S_i(k)$ and you set area on the image of the object j (=3 4) in time of day (k+1) to $S_j(k+1)$, it is $S_j(k+1)/S_i(k) < \Delta S$. However, ΔS is the allowed value of area change.

[0019] 3) When you set the aspect ratio of the circumscribed quadrangle of the object i in time of day k (=1 2) to $ASPECT_i(k)$ and you set the aspect ratio of the circumscribed quadrangle of the object j (=3 4) in time of day (k+1) to $ASPECT_j(k+1)$, it is $ASPECT_j(k+1)/ASPECT_i(k) < \Delta ASPECT$. However, $\Delta ASPECT$ is the allowed value of aspect ratio change.

[0020] Since objects 1 and 3 will fulfill the above-mentioned identity criteria and objects 2 and 4 will fulfill the above-mentioned identity criteria although, as for each object, the magnitude on an

image is [the direction of this drawing (b)] large if (b) is contrasted with drawing 8 (a), objects 3 and 4 are recognized to be objects 1 and 2, respectively. Thus, the position coordinate (center of gravity) of each recognized object is stored in memory as time series location data, and is used for next data processing. At step S20 of drawing 3, when the optical flow on an image occurs by the pitching amendment processing shown in drawing 4, i.e., pitching of a car 10, processing which amends the location on the image of an object is performed.

[0021] several objects with which drawing 9 is extracted — the case of $N=3$ — an example — taking — the variation rate on the image of each object — the variation rate on the image of each object at the time of presupposing that there were not vectors VM1-VM3, the pitching vector **** which is the optical flow generated by pitching, and pitching — it is drawing showing the relation of vector VM1 p-VM3p. OBJOLDi and OBJNOWi show a location in this drawing the last location (location in front of 1 sample period) of Object i ($i=1, 2, 3$), and this time, respectively.

[0022] At step S41 of drawing 4, amount of direction displacement of y (henceforth "pitching flow") deltayp on the image generated by pitching is computed by the following type (1).

[Equation 1]

$$\Delta y_p = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i \text{NOW} - y_i \text{OLD}) \quad (1)$$

$y_i \text{NOW}$ and $y_i \text{OLD}$ are the y-coordinate of the center of gravity of this object i ($i=1-N$), and the y-coordinate of the center of gravity of the last (before 1 sample period) object i here, respectively, and N is the number of the objects currently extracted. the y-coordinate to which pitching flow deltayp of a formula (1) makes min the performance index E shown by the following formula (2) — a variation rate — it computes as amount deltay — having — the direction of y per unit time amount (this operation gestalt per 1 sample period) on the image of the object of N individual — a variation rate — it is equivalent to the average of an amount. The amount of direction displacement of y on the image resulting from transit of the self-car 10, or migration of an object (the variation rate of the direction of y of an object in case there is no pitching amount) The optical flow (pitching vector ****) generated by the very small thing and pitching compared with the amount of displacement generated by pitching Since it is not dependent on the location on an image and can approximate uniformly about all objects, this operation gestalt defines pitching flow deltayp as deltay which makes the performance index E of a formula (2) min.

[Equation 2]

$$E = \sum_{i=1}^N (y_i \text{NOW} - y_i \text{OLD} + \Delta y)^2 \quad (2)$$

[0023] Subsequently, pitching amendment is performed by the absolute value of pitching flow deltayp distinguishing whether it is larger than predetermined threshold deltayTH (step S42), and judging with pitching of a car 10 being large, and adding pitching flow deltayp to y-coordinate $y_i \text{NOW}$ of Object i ($i=1-N$), when it is $|\text{deltayp}| > \text{deltayTH}$ (step S43). In addition, predetermined threshold deltayTH is set as a suitable value by experiment.

[0024] The variation rate (variation rate of the direction of y of an object in case there is no pitching) of the direction of y on the image which originates in migration of the self-car 10 or an object as described above Since it is very small compared with the variation rate generated by pitching, when the absolute value of pitching flow deltayp computed by the formula (1) exceeds predetermined threshold deltayTH It is regarded as the amount of displacement which generated all deltayp(s) by pitching, and a y-coordinate is amended. The location shown by OBJNOWip (2 $i=1, 3$) of drawing 9 is equivalent to the location after amendment of each object.

[0025] On the other hand, when it is $|\text{deltayp}| \leq \text{deltayTH}$ at step S42, it judges with the ability of the effect of pitching to be disregarded, and progresses to step S44 immediately, and amendment of a y-coordinate is not performed. At step S44, this time value $y_i \text{NOW}$ of the y-coordinate of each object is made into a value $y_i \text{OLD}$ last time, and this processing is ended. Thereby, in the processing after 1 sample period, a value is used as a value last time this time in this processing.

[0026] Since according to processing of drawing 4 amount of displacement Δy of the direction of y by pitching of the self-car 10, i.e., the height direction, is computed based on the image itself obtained by camera 1R and the y -coordinate of an object is amended by this, pitching amendment can be realized with an easy configuration and it becomes possible to detect more correctly the location of the object in the real space system of coordinates explained below as a result. In addition, processing of steps S14-S20 of drawing 3 explained above was made binary, is criteria-image (this operation-gestalt right-image)-attached, and is performed.

[0027] It asks for the object image R2 in the left image corresponding to the object image R1 contained in a right image at step S31 of drawing 3 as shown in drawing 10. The distance dR of the center line LCTR of the x directions of a right image and the center of gravity of the object image R1 and the distance dL of the center line LCTR of a left image and the center of gravity of the object image R2 are computed, and the distance z from the self-car 10 to the object is computed with the application of these at a following ceremony (3). Since long time amount is required compared with processing of steps S19 and S20, step S31 is performed a period (for example, about 3 times [of the execution cycle of steps S11-S20] period) longer than steps S19 and S20.

[Equation 3]

$$z = \frac{B \times F}{(dL + dR) \times p} = \frac{B \times F}{\Delta d \times p} \quad (3)$$

[0028] Here, as B is shown to the base length, i.e., drawing 11, the focal distance of Lenses 12R and 12L and p of the distance (spacing of the optical axis of both cameras) of the horizontal direction (x directions) of the center position of image sensor 11R of camera 1R and the center position of image sensor 11L of camera 1L and F are pixel spacing in image sensor 11R and 11L, and $\Delta d (=dR + dL)$ is the amount of parallax. Moreover, f is the ratio of a focal distance F and the pixel spacing p .

[0029] At step S21, the distance z computed by the coordinate (x, y) and formula (3) in an image is applied to the following formula (4), and it changes into the coordinate (X, Y, Z) in real space system of coordinates. Here, by making the core of an image into a zero, it is horizontally determined as x and the system of coordinates in an image have determined it perpendicularly as y , as are shown in drawing 12 (a), and real space system-of-coordinates $X-Y-Z$ makes Zero O the location (location fixed to the self-car 10) of the middle point of the installation location of Cameras 1R and 1L, defines it like illustration and shows in this drawing (b).

[Equation 4]

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_c \times z / f \\ y_c \times z / f \\ z \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$f = F / p$$

[0030] Here, (x_c, y_c) change the coordinate on a right image (x, y) into the coordinate in the imagination image which made in agreement the installation location of camera 1R, and relative-position relation machine ***** with the real space zero O, the real space zero O and the core of an image. Moreover, f is the ratio of a focal distance F and the pixel spacing p .

[0031] As mentioned above, with this operation gestalt, since pitching flow Δy which shows a location gap of the direction of y resulting from pitching of the self-car 10, i.e., the height direction, is computed from the image data obtained by camera 1R and the y -coordinate of an object was amended, exact location data can be obtained except for the effect of pitching of the self-car 10.

[0032] Based on the positional information on the real space of the object computed by processing of drawing 3, the image-processing unit 2 judges the possibility of the collision with the object and self-car 10, and when the possibility of a collision is high, it emits the alarm to an operator through a loudspeaker 3 and HUD4.

[0033] With this operation gestalt, the image-processing unit 2 constitutes location detection equipment, steps S16-S19 of drawing 3 and step S41 of drawing 4 are equivalent to the amount calculation means of amendments, and, more specifically, steps S42 and S43 of drawing 4 are equivalent to an amendment means. In addition, this invention is not restricted to the operation gestalt mentioned above, and various deformation is possible for it. for example, the variation rate of the y-coordinates of all the objects extracted with the operation gestalt mentioned above — the variation rate of some (however, it considers as at least two or more objects) y-coordinates of the object extracted although the average value of an amount was set to pitching flow deltaxp — you may make it compute pitching flow deltaxp from an amount

[0034] Moreover, with this operation gestalt, although the infrared camera was used as an image pick-up means, as shown, for example in JP,9-226490,A, the television camera which can detect only the usual visible ray may be used. However, by using an infrared camera, extract processing of the car under transit, such as an animal, etc. can be simplified, and the arithmetic proficiency of an arithmetic unit can also realize a comparatively low thing.

[0035]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, according to this invention, two or more objects are extracted from the image obtained by the image pick-up means. the location of the height direction of two or more of these objects — a variation rate, since the amount of pitching amendments is computed according to an amount and the location on the image of two or more of said objects is amended according to said amount of pitching amendments pitching of the car concerned — the location of the height direction in an image — even when a variation rate occurs, except for the effect, exact location detection can be performed with an easy configuration, without using a car height sensor etc.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing containing the location detection equipment concerning 1 operation gestalt of this invention showing the configuration of the circumference supervisory equipment of a car.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the installation location of an infrared camera.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the procedure of processing of performing location detection which extracted the object.

[Drawing 4] It is the flow chart of pitching amendment processing of drawing 3 .

[Drawing 5] In order to explain the gray-scale image obtained by the infrared camera, it is drawing attaching and showing hatching in the middle gradation section.

[Drawing 6] In order to explain the image which made the gray-scale image binary, it is drawing in which giving hatching and showing a black field.

[Drawing 7] It is drawing for explaining transform processing and labeling to run length data.

[Drawing 8] It is drawing for explaining the trace during time of day of an object.

[Drawing 9] It is drawing for explaining pitching amendment.

[Drawing 10] It is drawing for explaining the calculation approach of parallax.

[Drawing 11] It is drawing for explaining the technique of computing distance from parallax.

[Drawing 12] It is drawing showing the system of coordinates in this operation gestalt.

[Description of Notations]

1R, 1L Infrared camera (image pick-up means)

2 Image-Processing Unit (the Amount Calculation Means of Amendments, Amendment Means)

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the location detection equipment which detects the location in the real space system of coordinates of an object based on the image obtained by the image pick-up means carried in the car the image obtained by said image pick-up means to two or more objects — extracting — the location of the height direction of two or more of these objects — a variation rate — with an amount calculation means of amendments to compute the amount of pitching amendments according to an amount Location detection equipment by which it is having— amendment means to amend location on image of two or more of said objects according to said amount of pitching amendments characterized.

[Translation done.]

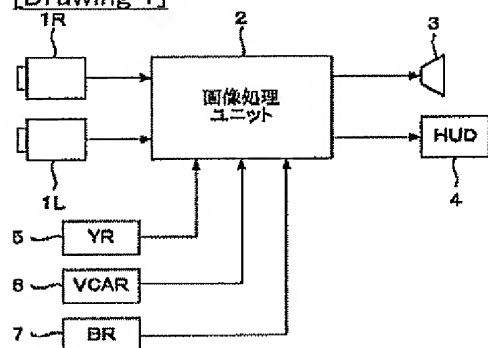
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

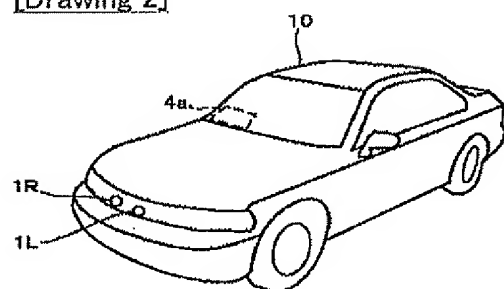
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

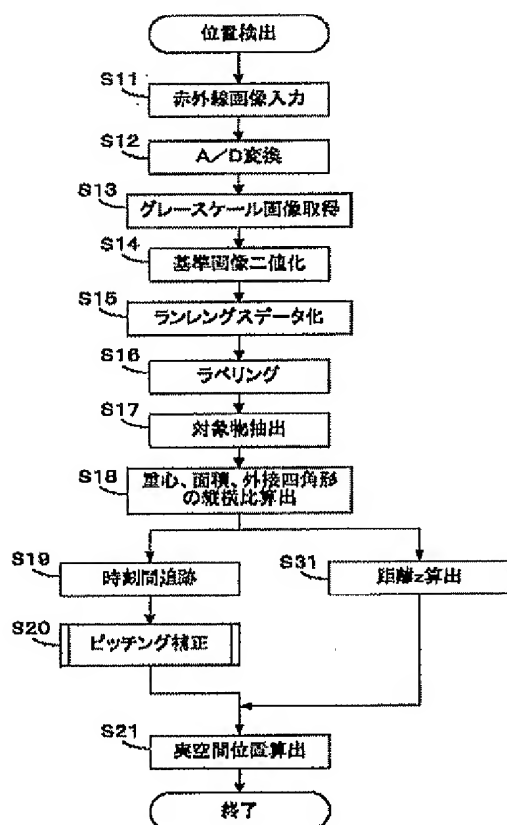
[Drawing 1]



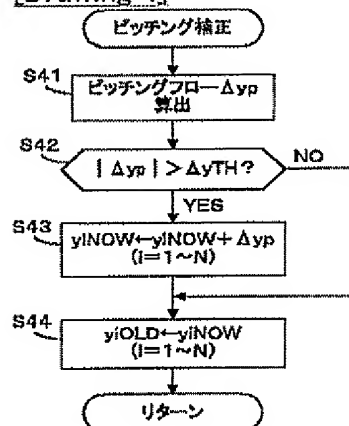
[Drawing 2]



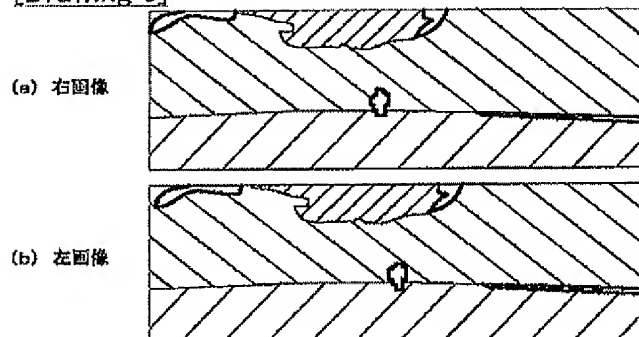
[Drawing 3]



[Drawing 4]



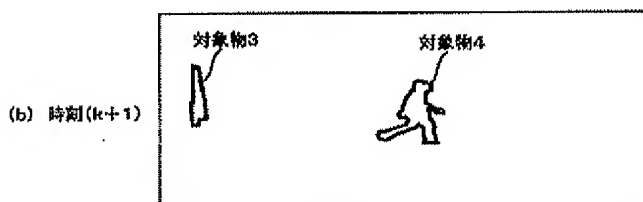
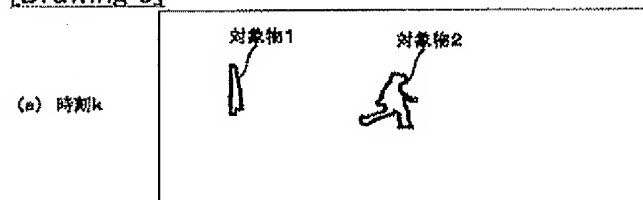
[Drawing 5]



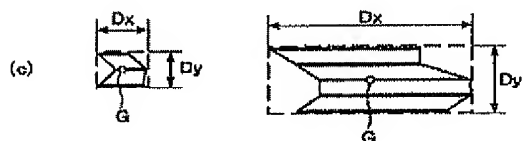
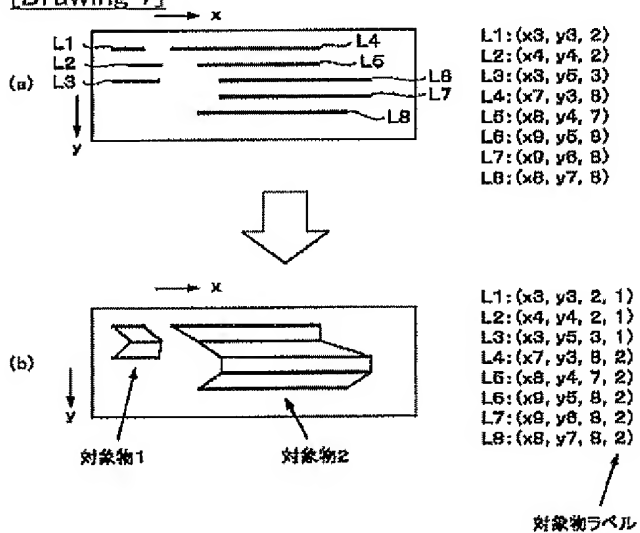
[Drawing 6]



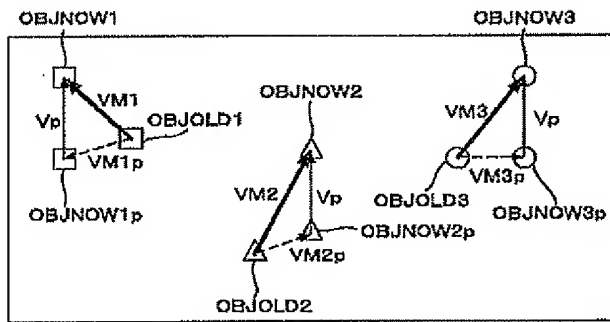
[Drawing 8]



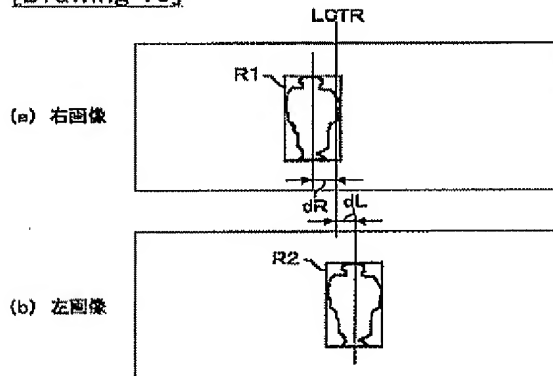
[Drawing 7]



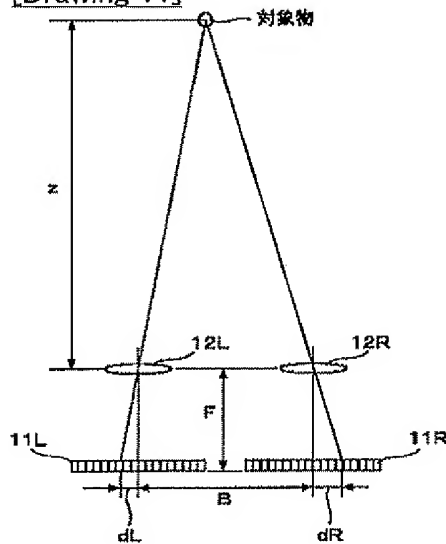
[Drawing 9]



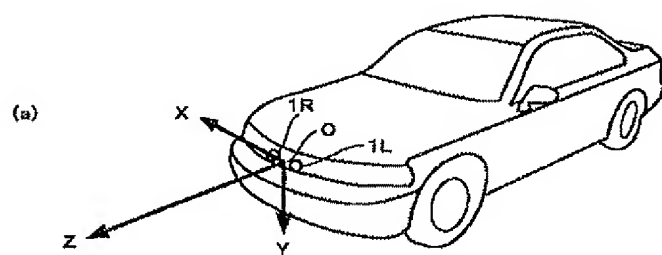
[Drawing 10]



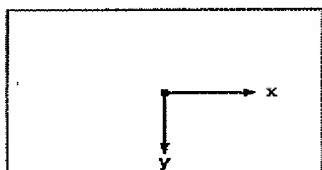
[Drawing 11]



[Drawing 12]



(b)



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-84497

(P2001-84497A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	C
G 0 6 T 1/00	3 3 0	G 0 6 T 1/00	3 3 0 B

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-204696(P2000-204696)

(22)出願日 平成12年7月6日(2000.7.6)

(31)優先権主張番号 特願平11-199589

(32)優先日 平成11年7月13日(1999.7.13)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 長岡 伸治

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 辻 孝之

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74)代理人 100105119

弁理士 新井 孝治

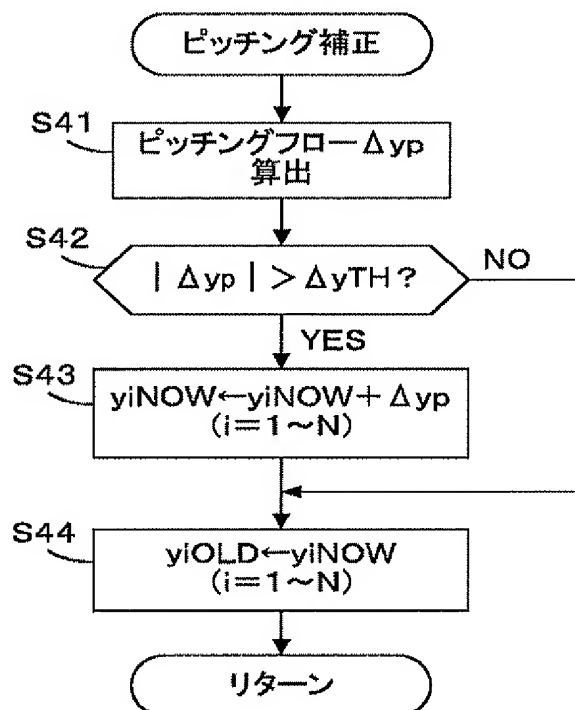
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置検出装置

(57)【要約】

【課題】 車両のピッチングの影響を除く補正を簡単な構成で実現し、正確な位置検出を行うことができる車両用の位置検出装置を提供する。

【解決手段】 カメラ1Rによって得られる画像から複数の対象物を抽出し、該複数の対象物のy方向(高さ方向)の位置の変位量の平均値を、ピッチングフロー Δy_p として算出する(S41)。ピッチングフロー Δy_p が所定閾値 Δy_{TH} より大きいときは、そのピッチングフロー Δy_p により各対象物のy座標を補正する(S42, S43)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両に搭載された撮像手段により得られる画像に基づいて、対象物の実空間座標系における位置を検出する位置検出装置において、前記撮像手段により得られた画像から複数の対象物を抽出し、該複数の対象物の高さ方向の位置変位量に応じてピッチング補正量を算出する補正量算出手段と、前記複数の対象物の画像上の位置を前記ピッチング補正量に応じて補正する補正手段とを備えること特徴とする位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両に搭載された撮像装置により得られる画像に基づいて、対象物の位置を検出する位置検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】車両に撮像装置を搭載し、その撮像装置により得られる画像から対象物の位置を検出し、その対象物と当該車両との衝突の可能性を判定する周辺監視装置が従来より提案されている。このような装置では、撮像装置を移動する車両に搭載しているため、車両のピッチングによって車両に固定された撮像装置によって得られる画像にオブティカルフロー（以下「ピッチングフロー」という）が発生する。このピッチングフローは対象物の移動（あるいは当該車両の走行）によって発生するものではないため、撮像装置により得られる画像から対象物の位置検出を行う場合には、ピッチングフローの影響を除く処理を行わないと、検出位置のずれが大きくなるという問題がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】そのため車両の路面からの高さ（車高）を検出する車高センサを設け、このセンサにより検出される車高に基づいて検出位置を補正することが考えられるが、その場合には車高センサが必要となつて装置の構造が複雑化する。

【0004】本発明はこの点に着目してなされたものであり、車両のピッチングの影響を除く補正を簡単な構成で実現し、正確な位置検出を行うことができる車両用の位置検出装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、車両に搭載された撮像手段により得られる画像に基づいて、対象物の実空間座標系における位置を検出する位置検出装置において、前記撮像手段により得られた画像から複数の対象物を抽出し、該複数の対象物の高さ方向の位置変位量に応じてピッチング補正量を算出する補正量算出手段と、前記複数の対象物の画像上の位置を前記ピッチング補正量に応じて補正する補正手段とを備えること特徴とする。

【0006】この構成によれば、撮像手段により得られ

た画像から複数の対象物が抽出され、該複数の対象物の高さ方向の位置変位量に応じてピッチング補正量が算出され、前記複数の対象物の画像上の位置が前記ピッチング補正量に応じて補正されるので、当該車両のピッチングによって画像内の高さ方向の位置変位が発生した場合でも、車高センサなどを使用することなく簡単な構成でその影響を除き、正確な位置検出を行うことができる。

【0007】前記補正量算出手段は、前記複数の対象物について前記位置変位量の平均値を算出し、該平均値を前記ピッチング補正量とすることが望ましく、また前記補正手段は、前記平均値が所定閾値より大きいときに前記ピッチング補正量による補正を実行することが望ましい。複数の対象物についての前記位置変位量の平均値が大きいときは、ピッチング以外の要因（当該車両の走行または対象物の実空間上の移動）による画像上の位置変位量は、ピッチングによる画像上の位置変位量と比べて微少であると考えられるので、この構成により簡単な構成で有効なピッチング補正量を得ることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下本明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施形態にかかる位置検出装置を含む、車両の周辺監視装置の構成を示す図であり、この装置は、遠赤外線を検出可能な2つの赤外線カメラ1R、1Lと、当該車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ5と、当該車両の走行速度（車速）VCARを検出する車速センサ6と、ブレーキの操作量を検出するためのブレーキセンサ7と、これらのカメラ1R、1Lによって得られる画像データに基づいて車両前方の動物等の対象物を検出し、衝突の可能性が高い場合に警報を発する画像処理ユニット2と、音声で警報を発するためのスピーカ3と、カメラ1Rまたは1Lによって得られる画像を表示するとともに、衝突の可能性が高い対象物を運転者に認識させるためのヘッドアップディスプレイ（以下「HUD」という）4とを備えている。

【0009】カメラ1R、1Lは、図2に示すように車両10の前部に、車両10の横方向の中心軸に対してほぼ対象な位置に配置されており、2つのカメラ1R、1Lの光軸が互いに平行となり、両者の路面からの高さが等しくなるように固定されている。赤外線カメラ1R、1Lは、対象物の温度が高いほど、その出力信号レベルが高くなる（輝度が増加する）特性を有している。

【0010】画像処理ユニット2は、入力アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路、デジタル化した画像信号を記憶する画像メモリ、各種演算処理を行うCPU（Central Processing Unit）、CPUが演算途中のデータを記憶するために使用するRAM（Random Access Memory）、CPUが実行するプログラムやテーブル、マップなどを記憶するROM（Read Only Memory）、スピーカ3の駆動信号、HUD4の表示信号な

どを出力する出力回路などを備えており、カメラ1R、1L及びセンサ5～7の出力信号は、デジタル信号に変換されて、CPUに入力されるように構成されている。HUD4は、図2に示すように、車両10のフロントウインドウの、運転者の前方位置に画面4aが表示されるように設けられている。

【0011】図3は画像処理ユニット2における対象物の位置検出処理の手順を示すフローチャートであり、先ずカメラ1R、1Lの出力信号をA/D変換して画像メモリに格納する(ステップS11、S12、S13)。画像メモリに格納される画像データは、輝度情報を含んだグレースケール画像のデータである。図5(a)

(b)は、それぞれはカメラ1R、1Lによって得られるグレースケール画像(カメラ1Rにより右画像が得られ、カメラ1Lにより左画像が得られる)を説明するための図であり、ハッチングを付した領域は、中間階調(グレー)の領域であり、太い実線で囲んだ領域が、輝度レベルが高く(高温で)、画面上に白色として表示される対象物の領域(以下「高輝度領域」という)である。右画像と左画像では、同一の対象物の画面上の水平位置がずれて表示されるので、このずれ(視差)によりその対象物までの距離を算出することができる。

【0012】図3のステップS14では、右画像を基準画像とし、その画像信号の2値化、すなわち、実験的に決定される輝度閾値ITHより明るい領域を「1」

(白)とし、暗い領域を「0」(黒)とする処理を行う。図6に図5(a)の画像を2値化した画像を示す。この図は、ハッチングを付した領域が黒であり、太い実線で囲まれた高輝度領域が白であることを示している。

【0013】続くステップS15では、2値化した画像データをランレングスデータに変換する処理を行う。図7(a)はこれを説明するための図であり、この図では2値化により白となった領域を画素レベルでラインL1～L8として示している。ラインL1～L8は、いずれもy方向には1画素の幅を有しており、実際にはy方向には隙間なく並んでいるが、説明のために離間して示している。またラインL1～L8は、x方向にはそれぞれ2画素、2画素、3画素、8画素、7画素、8画素、8画素、8画素の長さを有している。ランレングスデータは、ラインL1～L8を各ラインの開始点(各ラインの左端の点)の座標と、開始点から終了点(各ラインの右端の点)までの長さ(画素数)とで示したものである。例えばラインL3は、(x3, y5)、(x4, y5)及び(x5, y5)の3画素からなるので、ランレングスデータとしては、(x3, y5, 3)となる。

【0014】ステップS16、S17では、図7(b)に示すように対象物のラベリングをすることにより、対象物を抽出する処理を行う。すなわち、ランレングスデータ化したラインL1～L8のうち、y方向に重なる部分のあるラインL1～L3を1つの対象物1とみなし、

ラインL4～L8を1つの対象物2とみなし、ランレングスデータに対象物ラベル1, 2を付加する。この処理により、例えば図6に示す高輝度領域が、それぞれ対象物1から4として把握されることになる。

【0015】ステップS18では図7(c)に示すように、抽出した対象物像の面積重心G、面積S及び破線で示す外接四角形の縦横比ASPECTを算出する。面積Sは、ランレングスデータの長さを同一対象物について積算することにより算出し、面積重心Gの座標は、面積Sをy方向に沿って2等分する線のx座標及びx方向に沿って2等分する線のy座標として算出し、縦横比ASPECTは、図7(c)に示すDyとDxとの比Dy/Dxとして算出する。なお、重心Gの位置は、外接四角形の重心位置で代用してもよい。

【0016】ステップS19では、対象物の時刻間追跡、すなわちサンプリング周期毎に同一対象物の認識を行う。アナログ量としての時刻tをサンプリング周期で離散化した時刻をkとし、図8(a)に示すように時刻kで対象物1, 2を抽出した場合において、時刻(k+1)で抽出した対象物3, 4と、対象物1, 2との同一性判定を行う。具体的には、以下の同一性判定条件1)～3)を満たすときに、対象物1, 2と対象物3, 4とは同一であると判定し、対象物3, 4をそれぞれ1, 2というラベルに変更することにより、時刻間追跡が行われる。

【0017】1)時刻kにおける対象物i(=1, 2)の画像上での重心位置座標を、それぞれ(x_i(k), y_i(k))とし、時刻(k+1)における対象物j(=3, 4)の画像上での重心位置座標を、(x_j(k+1), y_j(k+1))としたとき、
 $|x_j(k+1) - x_i(k)| < \Delta x_M$
 $|y_j(k+1) - y_i(k)| < \Delta y_M$
 であること。ただし、 Δx_M 、 Δy_M は、それぞれx方向及びy方向の画像上の変位量の許容値である。なお、y方向の許容値 Δy_M は、車両10のピッチングによる画像上の変位量も考慮して設定されている。

【0018】2)時刻kにおける対象物i(=1, 2)の画像上での面積をS_i(k)とし、時刻(k+1)における対象物j(=3, 4)の画像上での面積をS_j(k+1)としたとき、

$$S_j(k+1)/S_i(k) < 1 \pm \Delta S$$

であること。ただし、 ΔS は面積変化の許容値である。

【0019】3)時刻kにおける対象物i(=1, 2)の外接四角形の縦横比をASPECT_i(k)とし、時刻(k+1)における対象物j(=3, 4)の外接四角形の縦横比をASPECT_j(k+1)としたとき、
 $ASPECT_j(k+1)/ASPECT_i(k) < 1 \pm \Delta ASPECT$

であること。ただし、 $\Delta ASPECT$ は縦横比変化の許容値である。

【0020】図8(a)と(b)とを対比すると、各対象物は同図(b)の方が画像上での大きさが大きくなっているが、対象物1と3とが上記同一性判定条件を満たし、対象物2と4とが上記同一性判定条件を満たすので、対象物3、4はそれぞれ対象物1、2と認識される。このようにして認識された各対象物の(重心の)位置座標は、時系列位置データとしてメモリに格納され、後の演算処理に使用される。図3のステップS20では、図4に示すピッチング補正処理、すなわち車両10のピッチングにより画像上のオプティカルフローが発生した場合に対象物の画像上の位置を補正する処理を実行する。

【0021】図9は、抽出されている対象物数 $N=3$ の場合を例にとって、各対象物の画像上の変位ベクトル $VM1 \sim VM3$ 、ピッチングにより発生したオプティカルフローであるピッチングベクトル VP 及びピッチングがなかったとした場合の各対象物の画像上の変位ベクトル $VM1p \sim VM3p$ の関係を示す図である。この図で $OBJOLDi$ 及び $OBJNOWip$ は、それぞれ対象物 i ($i=1, 2, 3$)の前回位置(1サンプル周期前の位置)及び今回位置を示す。

【0022】図4のステップS41では、下記式(1)により、ピッチングにより発生する画像上の y 方向変位量(以下「ピッチングフロー」という) Δyp を算出する。

【数1】

$$\Delta yp = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (yiNOW - yiOLD) \quad (1)$$

ここで $yiNOW$ 及び $yiOLD$ は、それぞれ今回の対象物 i ($i=1 \sim N$)の重心の y 座標及び前回(1サンプル周期前)の対象物 i の重心の y 座標であり、 N は、抽出されている対象物の数である。式(1)のピッチングフロー Δyp は、下記式(2)で示される評価関数 E を最小とする y 座標変位量 Δy として算出されたものであり、 N 個の対象物の画像上での単位時間当たり(本実施形態では1サンプル周期当たり)の y 方向変位量の平均値に相当する。車両10の走行または対象物の移動に起因する画像上の y 方向変位量(ピッチングがない場合の対象物の y 方向の変位量)は、ピッチングにより発生する変位量に比べて微少であること、及びピッチングにより発生するオプティカルフロー(ピッチングベクトル VP)は、画像上の位置に依存せず、すべての対象物について一律に近似できることから、本実施形態では、ピッチングフロー Δyp を、式(2)の評価関数 E を最小とする Δy として定義している。

【数2】

$$E = \sum_{i=1}^N (yiNOW - yiOLD + \Delta y)^2 \quad (2)$$

【0023】次いでピッチングフロー Δyp の絶対値が、所定閾値 ΔyTH より大きいかな否かを判別し(ステ

ップS42)、 $|\Delta yp| > \Delta yTH$ であるときは、車両10のピッチングが大きいと判定して、対象物 i ($i=1 \sim N$)の y 座標 $yiNOW$ にピッチングフロー Δyp を加算することにより、ピッチング補正を行う(ステップS43)。なお、所定閾値 ΔyTH は実験により適切な値に設定する。

【0024】上記したように車両10または対象物の移動に起因する画像上の y 方向の変位(ピッチングがない場合の対象物の y 方向の変位)は、ピッチングにより発生する変位に比べて微少であるので、式(1)により算出されたピッチングフロー Δyp の絶対値が所定閾値 ΔyTH を越えるような場合は、 Δyp をすべてピッチングによって発生した変位量とみなして、 y 座標を補正するようにしたものである。図9の $OBJNOWip$ ($i=1, 2, 3$)で示す位置が、各対象物の補正後の位置に相当する。

【0025】一方ステップS42で $|\Delta yp| \leq \Delta yTH$ であるときは、ピッチングの影響は無視できると判定して直ちにステップS44に進み、 y 座標の補正は行わない。ステップS44では、各対象物の y 座標の今回値 $yiNOW$ を前回値 $yiOLD$ とし、本処理を終了する。これにより、1サンプル周期後の処理では、今回の処理における今回値が前回値として用いられる。

【0026】図4の処理によれば、カメラ1Rにより得られる画像自体に基づいて車両10のピッチングによる y 方向、すなわち高さ方向の変位量 Δyp が算出され、これにより対象物の y 座標が補正されるので、ピッチング補正を簡単な構成で実現することができ、その結果以下に説明する実空間座標系における対象物の位置をより正確に検出することが可能となる。なお以上説明した図3のステップS14～S20の処理は、2値化した基準画像(本実施形態では、右画像)について実行する。

【0027】図3のステップS31では、図10に示すように右画像に含まれる対象物像 $R1$ に対応する左画像中の対象物像 $R2$ を求め、右画像の x 方向の中心線 $LCTR$ と対象物像 $R1$ の重心との距離 dR 、及び左画像の中心線 $LCTR$ と対象物像 $R2$ の重心との距離 dL を算出し、下記式(3)にこれらを適用して車両10からその対象物までの距離 z を算出する。ステップS31は、ステップS19、S20の処理に比べて長い時間を要するので、ステップS19、S20より長い周期(例えばステップS11～S20の実行周期の3倍程度の周期)で実行される。

【数3】

$$z = \frac{B \times F}{(dL + dR) \times p} = \frac{B \times F}{\Delta d \times p} \quad (3)$$

【0028】ここで、 B は基線長、すなわち図11に示すようにカメラ1Rの撮像素子11Rの中心位置と、カメラ1Lの撮像素子11Lの中心位置との水平方向(x 方向)の距離(両カメラの光軸の間隔)、 F はレンズ1

2R、12Lの焦点距離、 p は、撮像素子11R、11L内の画素間隔であり、 $\Delta d (=dR+dL)$ が視差量である。また f は、焦点距離 F と画素間隔 p の比である。

【0029】ステップS21では、画像内の座標 (x, y) 及び式(3)により算出した距離 z を下記式(4)に適用し、実空間座標系における座標 (X, Y, Z) に変換する。ここで、実空間座標系 $X-Y-Z$ は、図12(a)に示すように、カメラ1R、1Lの取り付け位置の中点の位置(自車両10に固定された位置)を原点 O として、図示のように定め、画像内の座標系は同図(b)に示すように、画像の中心を原点として水平方向を x 、垂直方向を y と定めている。

【数4】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} xc \times z / f \\ yc \times z / f \\ z \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$f = F / p$$

【0030】ここで、 (xc, yc) は、右画像上の座標 (x, y) を、カメラ1Rの取り付け位置と、実空間原点 O との相対位置関係に基づいて、実空間原点 O と画像の中心とを一致させた仮想的な画像内の座標に変換したものである。また f は、焦点距離 F と画素間隔 p との比である。

【0031】以上のように本実施形態では、自車両10のピッチングに起因する y 方向、すなわち高さ方向の位置ずれを示すピッチングフロー $\Delta y p$ を、カメラ1Rによって得られる画像データから算出し、対象物の y 座標を補正するようにしたので、自車両10のピッチングの影響を除いて正確な位置データを得ることができる。

【0032】画像処理ユニット2は、図3の処理により算出された対象物の実空間上の位置情報に基づいて、その対象物と自車両10との衝突の可能性を判定し、衝突の可能性が高いときは、スピーカ3及びHUD4を介して運転者への警報を発する。

【0033】本実施形態では、画像処理ユニット2が位置検出装置を構成し、より具体的には、図3のステップS16～S19及び図4のステップS41が補正量算出手段に相当し、図4のステップS42及びS43が補正手段に相当する。なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、抽出した対象物すべての y 座標の変位量の平均値をピッチングフロー $\Delta y p$ としたが、抽出した対象物の一部(ただし少なくとも2以上の対象物とする)の y 座標の変位量からピッチングフロー $\Delta y p$ を

算出するようにしてもよい。

【0034】また、本実施形態では、撮像手段として赤外線カメラを使用した。例えば特開平9-226490号公報に示されるように通常の可視光線のみ検出可能なテレビカメラを使用してもよい。ただし、赤外線カメラを用いることにより、動物等あるいは走行中の車両などの抽出処理を簡略化することができ、演算装置の演算能力が比較的低いものでも実現できる。

【0035】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、撮像手段により得られた画像から複数の対象物が抽出され、該複数の対象物の高さ方向の位置変位量に応じてピッチング補正量が算出され、前記複数の対象物の画像上の位置が前記ピッチング補正量に応じて補正されるので、当該車両のピッチングによって画像内の高さ方向の位置変位が発生した場合でも、車高センサなどを使用することなく簡単な構成でその影響を除き、正確な位置検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる位置検出装置を含む、車両の周辺監視装置の構成を示す図である。

【図2】赤外線カメラの取り付け位置を説明するための図である。

【図3】対象物を抽出した位置検出を行う処理の手順を示すフローチャートである。

【図4】図3のピッチング補正処理のフローチャートである。

【図5】赤外線カメラにより得られるグレースケール画像を説明するために、中間階調部にハッチングを付して示す図である。

【図6】グレースケール画像を2値化した画像を説明するために、黒の領域をハッチングを付して示す図である。

【図7】ランレンジデータへの変換処理及びラベリングを説明するための図である。

【図8】対象物の時刻間追跡を説明するための図である。

【図9】ピッチング補正を説明するための図である。

【図10】視差の算出方法を説明するための図である。

【図11】視差から距離を算出する手法を説明するための図である。

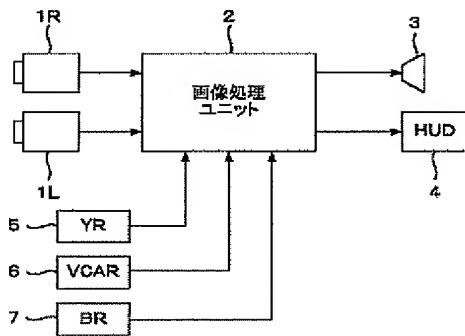
【図12】本実施形態における座標系を示す図である。

【符号の説明】

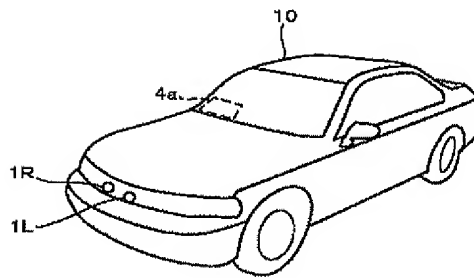
1R、1L 赤外線カメラ(撮像手段)

2 画像処理ユニット(補正量算出手段、補正手段)

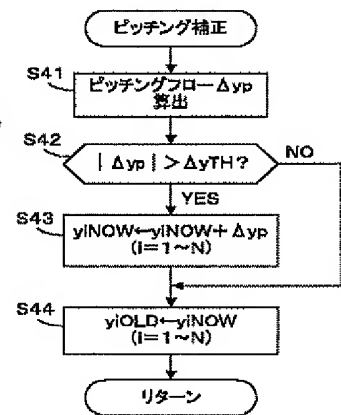
【図1】



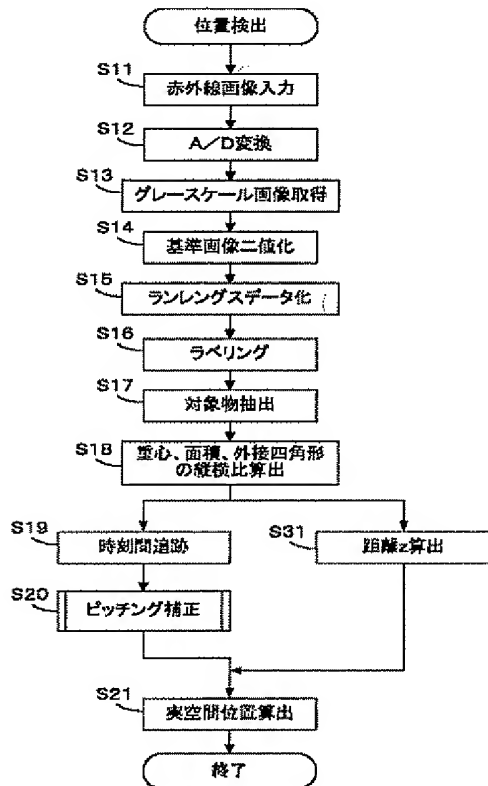
【図2】



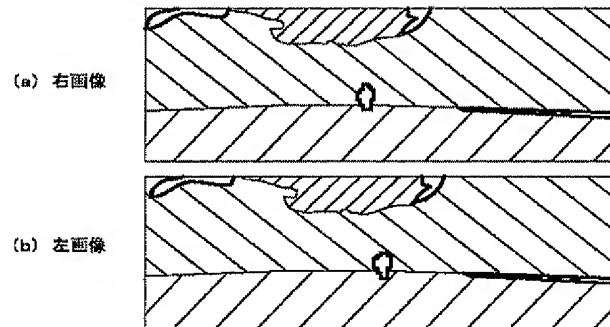
【図4】



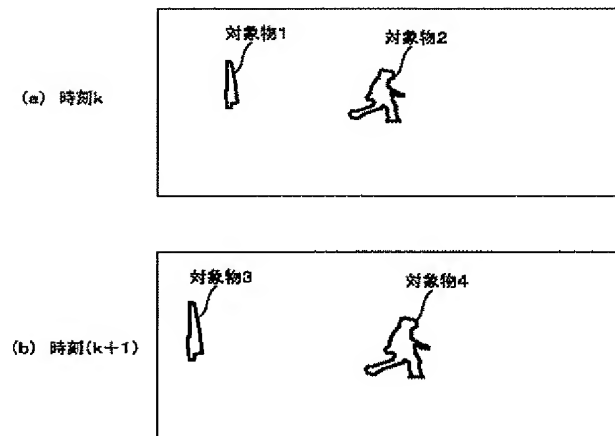
【図3】



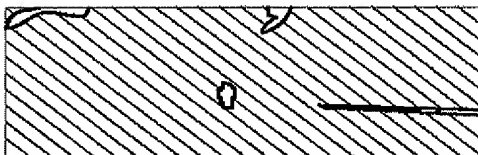
【図5】



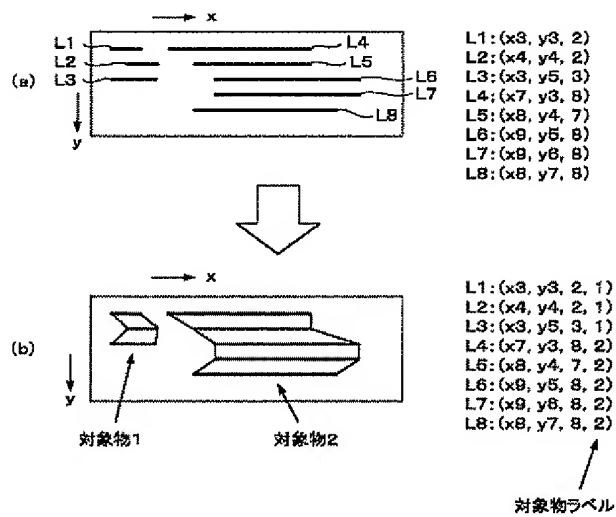
【図8】



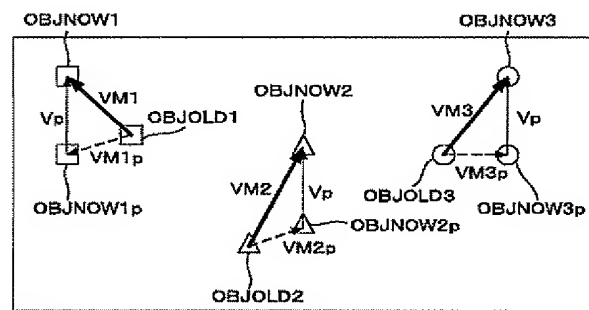
【図6】



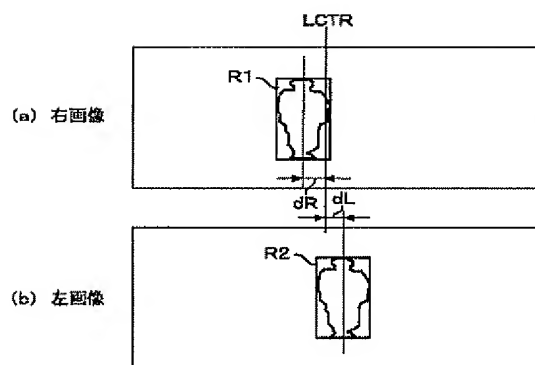
【図7】



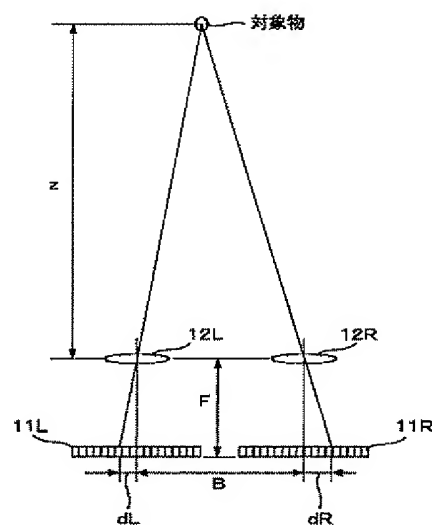
【図9】



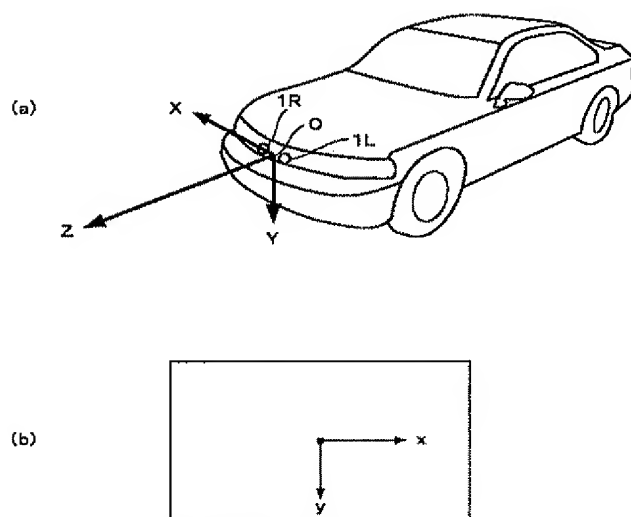
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 正人
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 服部 弘
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内